



УДК 658.7.011.1

О ДЕФИНИЦИИ И КЛАССИФИКАЦИИ ОТКАЗОВ В ЦЕПЯХ ПОСТАВОК

Д.В. Петровский, аспирант НИУ ВШЭ.

В статье рассмотрены существующие подходы к определению классификации отказов в рамках логистики и управления цепями поставок.

Ключевые слова: отказ, надежность, риск, цепь поставок.

The article discusses current approaches to the definition and classification of failures in the logistics and supply chain management.

Key words: failure, reliability, risk, supply chain.

Введение.

В рамках процессов глобализации и увеличения степени интеграции логистических систем наблюдается тенденция к усложнению существующих цепей поставок. В связи с этим, все более остро встает вопрос расчета надежности данных логистических систем, ибо в рамках столь сильно интегрированных отношений даже простые сбои в цепях поставок могут приводить к все более тяжелым последствиям для данных экономических систем, вызывая за собой каскадные отказы. Использование аппарата теории надежности позволяет, за счет оптимизации формализованных бизнес-процессов, уменьшить вероятность наступления сбоев, связанных с отказами на разных уровнях логистического цикла; однако, количество работ посвященных типам отказов в логистических системах чрезвычайно ограничено. Более того, на настоящий момент, отсутствует четкий подход к формированию терминологии теории надёжности в цепях поставок.

Теория надежности, изначально созданная для технических систем, неразрывно связана с понятием «отказ»; в рамках теории надежности технических систем выделяют несколько видов отказов, внезапные и постепенные. При этом, внезапный отказ это: «мгновенный выход устройства из строя, означающий невозможность его применения». Постепенные отказы определяются как: «отказ устройства, связанный с постепенным ухудшением его характеристик» [1]. Из данного определения и вытекает общее понятие надежности, характерное для технических систем; т.о. надежность, это «способность технического устройства к бесперебойной работе в течении заданного промежутка времени в определенных условиях» [1].

Однако, апробация ТНТС в логистике сталкивается с рядом трудностей. Во-первых, в ТНТС описаны существующие методы расчета надежности, связанные с представлением системы в виде параллельно-последовательных связей между элементами, в логистических системах представить таким образом связь между элементами часто бывает невозможно, что приводит к уменьшению точности расчетов, либо к существенному усложнению процесса вычислений [2]. Во-вторых, основное препятствие, встающее перед исследователем, на этапе описания системы есть выбор той или иной группы методов, применение которых зависит от характеристик рассматриваемой модели (методы общей теории систем, методы идентификации систем, методы математического моделирования); однако, остается открытым вопрос, каким образом повлияет изменение класса



методов описания систем на достоверность решения задач по расчету надежности. Если в классе методов общей теории систем данные исследования проводились [3], то данных по другим классам методов недостаточно.

Можно заключить, что терминология теории надежности применительно к логистическим системам только формируется. В связи с этим, существует целый ряд различных подходов к дефиниции основных терминов, в том числе и к определению понятия «отказ» в цепях поставок.

1. Определение термина отказ в цепях поставок.

На текущий момент, не существует определённой дефиниции термина отказ применительно к цепям поставок. Однако, можно выделить несколько подходов, описывающих данные явления в логистических системах.

Во-первых, ряд авторов определяет отказ, как потерю способности цепи поставок, а также её звеньев выполнять свои изначальные функции [4]. В данных работах, аналогично ТНТС, отказы разделяются на внезапные и постепенные [5,6,7]. Также в [8,9] определяется частный случай отказа, как неспособности поставщика обеспечить покупателя товарно-материальными ценностями в нужном объеме в указанный период времени.

Второй подход рассматривает отказы в цепях поставок в рамках теории контрактов, в данных работах [10,11] отказ – это любое событие, повлекшее за собой не выполнение контрактных обязательств. Интересным, в рамках этой концепции, является то, что одним из главенствующих факторов, приводящих к сбоям в логистических системах, является принципа симметричности информации. Который гласит, что при «фазовом переходе» материального потока из одного состояние в другое, а также при смене владельца прав собственности, собственник на предыдущем этапе движения потока обладает информацией, отличной от нового собственника после перехода I_i не равно I_{i+1} . При этом, характер информации может быть различен, это может быть, как информация о качестве материального потока, так информация, связанная с задержками прохождения МП по цепочке поставок и пр.

Третий подход, подразумевает замену термина «отказ» на понятие «риск» в цепях поставок. Где под риском, как правило, подразумевается вероятностное негативное воздействие на цели компании, которое связано с недостатками цепи поставок, возможным ущербом и убытками [12]. Данная концепция отражена в целом ряде работ [13,14,15]. При этом, как отмечает Авен в своих работах [14], данный подход позволяет использовать уже готовую классификацию рисков и применять аппарат риск-менеджмента в цепях поставок. Таким образом, в рамках данного подхода отказы можно рассматривать, как любое явление, событие (в т.ч. и вероятностного характера), приведшее или могущее повлечь за собой потери любого характера (финансовые, репутационные и пр.)

Некоторые авторы рассматривают понятия отказ с точки зрения процессного подхода, при котором отказ – изменение скорости логистического потока, при котором значение скорости выходит за рамки предельно допустимых норм, что вызывает негативное влияние на ключевые показатели деятельности компании [16]. Данная концепция позволяет рассматривать цепи поставок, как динамические системы, что дает возможность использовать математический аппарат данной группы дисциплин. Описанный подход фигурирует в ряде работ [17,18].



Становится ясно, что на текущий момент, отсутствует строгость при определении данного термина, однако, на основе анализа вышеприведенных работ можно обозначить ряд концепций, в рамках которых строится дефиниция данного термина.

Таким образом, подходы к формированию понятия отказ в логистических системах можно разделить на:

- событийный.
- контрактный.
- подход на основе риск-менеджмента.
- процессный.

Наличие столь большого количества подходов к определению данного термина затрудняют и саму классификацию отказов в цепях поставок, это, несомненно, приводит к путанице с демаркацией с другими, граничными терминами, такими, как: сбой, неисправность, повреждение, и прочими. В частности, похожие рассуждения приводятся в работах В.С. Лукинского [19], где указывается на необходимость разграничения данных терминов, однако, в силу отсутствия строгой терминологии, на текущем этапе не возможна их полная сепарация. Более того, провести данное разграничение трудно в том числе и потому, что логистические сети являются динамическими системами, что еще больше препятствует переложению классических терминов ТНТС в рамки цепей поставок.

В связи с этим классификация отказов в цепях поставок выглядит гораздо более обширно, нежели, чем в ТНТС.

2. Классификация отказов в цепях поставок.

Классификация видов отказов, как следует из вышеописанного, строится исходя из обширного ряда факторов.

1) По типу логистического потока:

- Материальный (утеря груза, поломка АТС и прочее).
- Информационный (сбой IDE, асимметричность информации и т.д.).
- Финансовый (задержки платежей, невыплата вознаграждения по контракту, проблемы с транзакциями и пр.).

2) По закономерности возникновения отказов их можно разделять на:

- Стохастические, т.е. случайные.
- Закономерные.

3) По вероятности возникновения [20]:

- Низкая вероятность.
- Средняя вероятность
- Высокая вероятность.

4) По степени зависимости отказы принято делить на:

- Независимые.
- Зависимые.



Кроме того, в ряде работ фигурирует классификация работ по группам отказов, в зависимости от конкретных ситуаций [19], однако, как отмечают и сами авторы работ, данная типология не является полной и требует продолжения исследований в данном направлении.

Отдельный интерес представляет группа каскадных отказов, которые могут приводить к полному прекращению деятельности цепи поставок на определенный промежуток времени. Их природа, влияние на систему, а также способы конструирования логистических сетей с защитой от каскадных отказов приведены в целом ряде работ [2,21,22].

Из понятия каскадных отказов вытекает еще одна важная ветвь классификации, а именно тяжесть последствий после отказа(ов).

Так, по тяжести последствий отказы можно разделить на:

- Легкие, когда отказы почти не влияют на работоспособность системы.
- Средние, требующие определённой степени вмешательства.
- Тяжелые, последствия от которых наносят существенный экономический урон системе и/или почти полностью парализуют её деятельность.

Классификация с точки зрения риск-менеджмента достаточно обширна, перечислим лишь основные виды рисков в цепях поставок. Так, среди рисков в логистических системах принято выделять: внешние риски, риски индустрии и организационные риски[23]. При этом, более подробная классификация приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Типы рисков

Виды рисков	Типы рисков		
	Внешние риски	Риски индустрии	Организационные риски
	Политические	Внутренние риски	Финансовые
	Макроэкономические	Рыночные риски	Риски рынка труда
	Социальные	Конкурентоспособность	Операционные риски

Кроме вышеприведенных рисков принято выделять достаточно специфические угрозы, связанные с: сложностью решаемых задач, с целями задачами и ограничениями, знаниями и умениями персонала, качеством поиска информации, нормами и законами, а также с различными форс-мажорными обстоятельствами – катастрофами, войнами, терактами и прочее.

Также, ряд ученых [24], обращает внимание, что в цепях поставок слабо рассматриваются отказы, связанные с возвратом продукции на каких-либо этапах логистического цикла и риски, продуцируемые подделыванием продукции на этапе передачи товара к конечному потребителю.

В связи с этим, можно обозначить классификацию отказов, во-первых, по направлению движения логистического потока, во-вторых, в рамках логистического цикла.

По направлению движения потока отказы можно разделить на:

- аверсивные
- реверсивные

Для классификации в рамках логистического цикла необходимо ввести его определение; так, согласно В.С. Лукинскому [25], логистический цикл – это «промежуток времени между подачей заказа и доставкой заказанной продукции или сервиса конечному потребителю». Пример логисти-



ческого цикла показан в таблице 2.

Таблица 2 – Пример логистического цикла

Этап логистического цикла	Диапазон значений, е.в.	Ожидаемое значение, е.в.
Подготовка заказа и его получение	$D[x_1]$	y_1
Получение заказа и его обработка	$D[x_2]$	y_2
Комплектование или изготовление заказа	$D[x_3]$	y_3
Транспортировка заказа	$D[x_4]$	y_4
Получение заказа потребителем.	$D[x_5]$	y_5
Итого	$\sum_{i=1}^5 D[x_i]$	$\sum_{i=1}^5 y_i$

где е.в. – единица времени

Таким образом, отказ в рамках логистического цикла может рассматриваться, как дисперсия величины x_i на разных этапах логистического цикла от расчётных (ожидаемых значений).

В свете вышесказанного становится ясно, что вопросы классификации отказов в цепях поставок по-прежнему открыты. В отличие от ТНТС типология отказов в логистике гораздо более обширна. В связи с этим требуется продолжение исследований в данной области.

Заключение.

На данном этапе апробация теории надежности в рамках логистики далека от завершения. Перед исследователями встает целый ряд фундаментальных вопросов, связанных с методологией и терминологией.

В силу острого различия между техническими и экономическими системами становится сложно провести демаркацию между разными понятиями и терминами. Кроме этого, появившиеся в последнее время различные методологические подходы существенно расширяют возможности описания данных процессов, что также приводит к отсутствию интеграции между существующими и зарождающимися подходами, и приводит к замедлению структуризации методологической базы теории надежности в логистических системах.

Таким образом, существующая терминология и классификация отказов требует продолжения обсуждения и более высокой степени унификации, что в конечном итоге позволит существенно улучшить численные результаты расчета надежности в реально существующих цепях поставок.



Список использованных источников:

1. Вентцель Е.С. Исследование операций: задачи, принципы, методология 2-ое изд. М.: Наука, 1988. — 208с
2. Adenso-Diaz B. The impact of supply network characteristics on reliability/B. Adenso-Diaz, C. Mena, S. Garcí'a-Carbajal, M. Liechty - Department of Decision Sciences, LeBow College of Business, Drexel University, USA, 2012, 16 pgs. DOI: 10.1108/13598541211227108.
3. Al-Ali A.A. Reliability Methods for Solving Complex Systems/A.A Al-Ali, Z.A. Haddi Hassan - Dept. Of Math. College of Education, Babylon university. Iraq 2013.
4. Lukinskiy, V., & Lukinskiy, V. (2015). Formation of failure models for the evaluation of the reliability of supply chains. *Transport and Telecommunication*, 16(1), 40–47. <https://doi.org/10.1515/ttj-2015-0005>
5. Бочкарев А.А. Методика расчета надежности поставок в снабжении при нестационарном и дискретном процессе сбоев в поставках /А.А. Бочкарев, П.А. Бочкарев - Логистика и управление цепями поставок, 2015, № 6 (71). 9 стр.
6. Зайцев Е. И. Методический подход к разработке топологии цепи поставок по критериям надежности и минимума затрат / Е. И. Зайцев, И. Г. Шурпатов - Вестник ИНЖЭКОНа. Сер. «Экономика». 2011. Вып. 2 (45).
7. Черкесов Г.Н. Оценка надёжности систем с учётом ЗИП/ Г.Н. Черкесов – БХВ-Петербург, 2012, 480 стр. ISBN: 5977506341, 9785977506342.
8. Bundschuh, M., Klabjan, D., & Thurston, D. L. (2006). Modeling robust and reliable supply chains. *Optimization Online E-Print*, 23. Retrieved from http://www.optimization-online.org/DB_FILE/2003/07/679.pdf
9. Zaitsev E., 2012, Supply Chain Reliability Modelling. *LogForum* 8 (1), 61-69 URL: <http://www.logforum.net/vol8/issue1/no8>
10. Wang J.C. Impacts of information reliability in a supply chain with market disruption risks/J.C. Wang, Z. Wang, Y.Y. Wang, F. Lai – International transactions in operational research, 2016, 25 pgs. DOI: 10.1111/itor.12317
11. Lam, C. Y., & Ip, W. H. (2012). An improved spanning tree approach for the reliability analysis of supply chain collaborative network. *Enterprise Information Systems*, 6(4), 405–418. <https://doi.org/10.1080/17517575.2012.673236>
12. Li, F., & Schwarz, L. (2016). A framework and risk analysis for supply chain emission trading. *Logistics Research*, 1–10. <https://doi.org/10.1007/s12159-016-0135-x>
13. Watson, I. B. M. T. J. (2004). A REVIEW OF ENTERPRISE SUPPLY CHAIN RISK MANAGEMENT 2 . *Enterprise Risk Management*, 13(2), 219–244.
14. Aven, T. (2016). Risk assessment and risk management: Review of recent advances on their foundation. *European Journal of Operational Research*, 253(1), 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2015.12.023>
15. Christopher, M., and H. Peck. 2004. “Building the Resilient Supply Chain.” *The International Journal of Logistics Management* 15 (2): 1–14.
16. Zhen, L., Zhuhe, D., & Lei, J. (2016). Supply chain optimization in context of production flow network. *Journal of Systems Science and Systems Engineering*, 25(3), 351–369. <https://doi.org/10.1007/s11518-016-5304-6>
17. Zeynep Sargut, F., & Qi, L. (2012). Analysis of a two-party supply chain with random disruptions. *Operations Research Letters*, 40(2), 114–122. <https://doi.org/10.1016/j.orl.2011.11.006>
18. Ivanov, D., & Sokolov, B. (2012). Dynamic supply chain scheduling. *Journal of Scheduling*, 15(2), 201–216. <https://doi.org/10.1007/s10951-010-0189-6>
19. Lukinskiy, V., Lukinskiy, V., & Churilov, R. (2014). Problems of the supply chain reliability evaluation. *Transport and Telecommunication*, 15(2), 120–129. <https://doi.org/10.2478/ttj-2014-0011>
20. Авдошин С. Информатизация бизнеса. Управление рисками/С. Авдошин, Е. Песоцкая – Литрес – М.: ДМК Пресс, 2011. – 176 с., ISBN: 978-5-94074-109-1
21. Zeng, Y., & Xiao, R. (2014). Modelling of cluster supply network with cascading failure spread and its vulnerability analysis. *International Journal of Production Research*, 52(23), 6938–6953. <https://doi.org/10.1080/00207543.2014.917769>
22. Ash, J., & Newth, D. (2007). Optimizing complex networks for resilience against cascading failure. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 380(1–2), 673–683. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2006.12.058>
23. Rao Shashank; Thomas J. Goldsby. (2009). Supply chain risks: a review and typology. *Journal of Dementia Care*, 17(1), 14–15. <https://doi.org/10.1108/09574090910954864>
24. A.D. Sezer; Ç. Haksöz. (2012). Optimal Decision Rules for Product Recalls. *Mathematics of Operations Research*, Vol. 37, N(August 2012), 399–418. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1287/moor.1120.0545>
25. Лукинский, В.С. Логистика и управление цепями поставок/В.С. Лукинский, В.В. Лукинский, Н.Г. Плетнева – Москва, Юрайт, 2016, 360 стр. ISBN: 978-5-9916-5613-9